

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-45912

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)2月14日

B 29 C 45/78
45/62
45/74

7639-4F
8824-4F
8824-4F

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 10 頁)

⑮ 発明の名称 射出成形機の温度制御方法

⑯ 特 願 平2-153970

⑰ 出 願 平2(1990)6月14日

⑱ 発 明 者 上 口 賢 男 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック
株式会社商品開発研究所内
⑲ 発 明 者 根 子 哲 明 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック
株式会社商品開発研究所内
⑳ 出 願 人 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
㉑ 代 理 人 弁理士 竹本 松司 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

射出成形機の温度制御方法

2. 特許請求の範囲

- (1) 射出成形機における加熱シリンダの温度を検出し、該検出温度が設定温度になるようにフィードバック制御する射出成形機の温度制御方法において、樹脂の種類毎に上記フィードバック系のゲインを予め制御装置に記憶させておき、制御装置は、設定された樹脂に対応するフィードバックゲインを読み出し、読み出したゲインに基づいて温度のフィードバック制御を行うようにした射出成形機の温度制御方法。
- (2) 射出成形機における加熱シリンダの温度を検出し、該検出温度が設定温度になるようにフィードバック制御する射出成形機の温度制御方法において、設定温度と検出温度の差である温度偏差が所定値より大きいときは、上記フィードバック制御系のゲインを小さくし、

上記温度偏差が上記所定値以下のときには、上記ゲインを大きくすることを特徴とする射出成形機の温度制御方法。

- (3) 射出成形機における加熱シリンダの温度を検出し、該検出温度が設定温度になるようにフィードバック制御する射出成形機の温度制御方法において、樹脂の種類毎に温度上昇状態時のフィードバックゲインと温度定常状態時のフィードバックゲインとを予め制御装置に記憶させておき、制御装置は、設定された樹脂に対応するフィードバックゲインを読み出し、設定温度と検出温度の差である温度偏差が所定値より大きいときは、温度上昇状態時のフィードバックゲインを用い、上記温度偏差が上記所定値以下のときには、定常状態時のフィードバックゲインを用いて制御することを特徴とする射出成形機の温度制御方法。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、射出成形機における加熱シリンダの

温度制御に関する。

従来の技術

射出成形機の加熱シリンダの温度制御は、従来、PID方式の温度制御が行われている。すなわち、加熱シリンダの各加熱帯の温度を温度センサ等で検出し、この検出温度が設定温度になるようにP（比例）、I（積分）、D（微分）制御のフィードバック制御が行われている。そして、このフィードバック制御の比例ゲイン、積分ゲイン、微分ゲインは最適になるように、ある決められた固定した値に設定されている。

発明が解決しようとする課題

使用する樹脂の種類によって熱を吸収する割合や、発熱の割合が異なる。そのため、温度制御のフィードバックゲインを1組の値に固定している従来の温度制御方式では、必ずしも使用する樹脂の種類に合った最適の温度のフィードバック制御が得られないという欠点があった。

また、温度制御の場合、フィードバックゲインを大きくすると、定常状態では制御系は安定する

が、温度上昇状態から定常状態に移行する際にオーバーシュートが生じ制御が不安定になる。逆に、フィードバックゲインを小さくすると、温度上昇状態から定常状態に移行するときには制御は安定するが、定常状態では偏差が大きくなるという問題がある。

第4図はフィードバックゲインを大きく取ったときにおける温度変化を示した区で、温度立上がり時、すなわち、温度を目標の設定温度まで上昇させるときには、短い期間で上昇するが、ゲインが大きいことからオーバーシュート、アンダーシュートが生じ、安定した定常状態になるのに時間を要し、安定した制御が得られない。

一方、第5図は、フィードバックゲインを小さくした場合のときの温度変化を示す図で、フィードバックゲインが小さいことから、温度立上がり時に目標の設定温度に達するまでに時間がかかると共に、定常状態においても、温度偏差が大きく、設定温度を保持できないという問題がある。

以上のように、フィードバックゲインが大き

— 3 —

くても、また、小さくても問題があり、フィードバックゲインの最適値を得ることは非常に困難である。

そこで、本発明の第1の目的は、使用する樹脂に応じて最適の温度制御が得られる温度制御方式を提供することにある。

さらに、本発明の第2の目的は、温度上昇状態から定常状態に移行する間において、制御系の安定を得ると共に、定常状態においても、温度偏差を小さくし、安定した温度制御方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

本発明は、射出成形機における加熱シリンダの温度を検出し、該検出温度が設定温度になるようにフィードバック制御する射出成形機の温度制御方法において、本発明は、樹脂の種類に応じて最適のフィードバックゲインを予め射出成形機の制御装置に記憶させておき、制御装置は、設定された樹脂に対応するフィードバックゲインを読みだし、その読み出したフィードバックゲインによ

— 4 —

って温度のフィードバック制御を行うようにする。また、温度偏差が所定値より大きいときは、上記フィードバック制御系のゲインを小さくし、上記温度偏差が上記所定値以下のときには、上記ゲインを大きくすることによって、温度上昇状態から定常状態に移行する過渡期においても安定した温度制御を得ると共に、定常状態においても温度偏差の小さい安定した制御を実施できるようにした。

作 用

使用する樹脂が制御装置に設定されると、制御装置は、設定されている樹脂に対応するフィードバックゲインを読みだし、読み出したフィードバックゲインによって温度のフィードバック制御を行う。そのため、使用する樹脂の種類に適したフィードバックゲインを用いて温度が制御されるから最適の温度制御ができる。

さらに、温度上昇状態時（温度の立上がり時）では、温度偏差は大きい。このような温度偏差が大きいときには、フィードバックゲインを小さくして温度のフィードバック制御を行う。フィード

— 5 —

— 6 —

バックゲインが小さいことから、加熱シリンダの温度が目標とする設定温度に達するには時間を要するが、射出成形機の射出動作をまだ開始していないので問題はない。そして、温度偏差が所定値以下になると、すなわち、定常状態になると、フィードバックゲインを大きくする。その結果、小さな温度偏差でも応答がよくなり、温度偏差は小さくなり制御は安定する。

実施例

第2図は、本発明の一実施例の射出成形機の要部ブロック図である。

第1図において、1はスクリュー、2は加熱シリンダ、3は射出用のスクリュー1を軸方向に駆動するサーボモータ、4は該サーボモータ3の回転を検出し、スクリュー位置を検出するためのパルスコードである。加熱シリンダ2は複数の加熱帯に分けられ、各加熱帯にはバンドヒータB1～Bnが装着され、各バンドヒータB1～Bnは開閉器7-1～7-nを介して電源6に接続され、加熱シリンダ2を加熱するようになっている。ま

た、各加熱帯には温度変換器5の温度センサ部S1～Snが配設され、各加熱帯の温度を検出するようになっている。

符号20は、射出成形機を制御する制御装置としての数値制御装置（以下、NC装置という）で、該NC装置20はNC用のマイクロプロセッサ（以下、CPUという）21とプログラマブルマシンコントローラ（以下、PMCという）用のCPU22を有しており、PMC用CPU22には射出成形機のシーケンス動作を制御するシーケンスプログラム等を記憶したROM23とデータの一時記憶に用いられるRAM24が接続されている。

NC用CPU21には射出成形機を全体的に制御する管理プログラムを記憶したROM25および射出用、クランプ用、スクリュー回転用、エジェクタ用等の各軸のサーボモータを駆動制御するサーボ回路がサーボインターフェイス26を介して接続されている。なお、第2図では射出用サーボモータ3、該サーボモータ3のサーボ回路27

— 7 —

のみ図示している。また、29はバブルメモリやCMOSメモリで構成される不揮発性の共有RAMで、射出成形機の各動作を制御するNCプログラム等を記憶するメモリ部と各種設定値、パラメータ、マクロ変数を記憶する設定メモリ部とを有している。

30はバスアービタコントローラ（以下、BACという）で、該BAC30にはNC用CPU21及びPMC用CPU22、共有RAM29、入力回路31、出力回路32の各バスが接続され、該BAC30によって使用するバスを制御するようになっている。また、34はオペレータパネルコントローラ33を介してBAC30に接続されたCRT表示装置付手動データ入力装置（以下、CRT/MDIという）であり、ソフトキーやテンキー等の各種操作キーを操作することにより様々な指令及び設定データの入力ができるようになっている。なお、28はNC用CPU21にバス接続されたRAMでデータの一時記憶等に利用されるものである。

— 9 —

— 8 —

出力回路32はサーボ回路27に接続され、射出用サーボモータ3の出力トルクを制限するトルクリミット値を出力するようになっており、さらに開閉器7-1～7-nに接続され、該開閉器7-1～7-nをオン、オフさせ、バンドヒータB1～Bnに電源6を接続してオン、オフ制御するようになっている。また、温度変換器5にも接続され、チャンネル（温度センサ部）を指定し、該チャンネルの検出温度をデジタル信号に変換してNC装置20の入力回路31に出力するようになっている。

以上のような構成において、NC装置20は、共有RAM29に格納された射出成形機の各動作を制御するNCプログラム及び上記設定メモリ部に記憶された各種成形条件等のパラメータやROM23に格納されているシーケンスプログラムにより、PMC用CPU22がシーケンス制御を行いながら、NC用CPU21が射出成形機の各軸のサーボ回路へサーボインターフェイス26を介してパルス分配し、射出成形機を制御するもので

— 10 —

ある。

第3図は樹脂の種類に応じて最適なフィードバックゲイン等のパラメータを記憶させたテーブルTの説明図で、各樹脂毎（樹脂1、樹脂2、…樹脂j、…）、加熱帯毎（B1、B2、…Bi、…Bn）に最適な温度制御周期 t_{pi} 、温度上昇時における比例、積分、微分ゲイン $P1i$ 、 $I1i$ 、 $D1i$ 、定常状態時の比例、積分、微分ゲイン $P2i$ 、 $I2i$ 、 $D2i$ が設定記憶されている。なお、温度上昇時のゲインは定常状態時のゲインより小さい値に設定されている。すなわち、 $P1i < P2i$ 、 $I1i < I2i$ 、 $D1i < D2i$ である。このようなテーブルTを共有RAM29内に予め設定記憶させておく。もしくは、上記テーブルTを外部記憶装置に記憶しておき、使用する樹脂を設定するときに、記憶装置をオペレータパネルコントローラ33を介してNC装置20に接続し、使用する樹脂を設定したとき、設定された樹脂に対応する各データ、すなわち温度制御周期 t_{pi} 、温度上昇時における比例、積分、微分ゲ

イン $P1i$ 、 $I1i$ 、 $D1i$ 、定常状態時の比例、積分、微分ゲイン $P2i$ 、 $I2i$ 、 $D2i$ を該テーブルTから読みだし、共有RAM29のワークメモリ部に実行する温度制御周期 t_{pi} 、温度上昇時における比例、積分、微分ゲイン $P1i$ 、 $I1i$ 、 $D1i$ 、定常状態時の比例、積分、微分ゲイン $P2i$ 、 $I2i$ 、 $D2i$ （ $i=1, 2, \dots, n$ ）として設定記憶させる。また、上記テーブルTを共有RAM29に設定記憶させている場合にも、使用する樹脂が設定されると、該テーブルTから同様に対応するデータを読みだし共有RAM29のワークメモリ部に設定記憶させる。

次に本実施例の動作を説明する。

第1図（a）、（b）は本実施例における温度制御処理のフローチャートである。

まず、成形条件設定時において、加熱シリンダの各加熱帯の設定温度 TSi （ $i=1, 2, 3, \dots, n$ ）を設定すると共に、使用する樹脂を設定し、上述したようにして、テーブルTから設定樹脂に対応するデータを読みだし、共有RAM29のワ

— 11 —

ークメモリ部に実行する温度制御周期 t_{pi} 、温度上昇時における比例、積分、微分ゲイン $P1i$ 、 $I1i$ 、 $D1i$ 、定常状態時の比例、積分、微分ゲイン $P2i$ 、 $I2i$ 、 $D2i$ （ $i=1, 2, \dots, n$ ）として設定記憶させる。さらに、フィードバックゲインを変える温度偏差の値 α を設定記憶させておく。また、他の成形条件等も設定記憶させておく。

こうして成形条件を設定した後、射出成形機を稼働させれば、NC装置20のPMC用CPU22は第1図（a）、（b）に示す温度制御処理を所定周期ごと開始する。なお、この温度制御処理周期は、加熱帯のバンドヒータB1～Bnをオン／オフ制御するオン／オフ周期より十分短い周期である。

PMC用CPU22は、まず、指標 i を1にセットし（ステップ100）、各加熱帯ごとに設けられているフラグ $F21 \sim F2n$ 、 $F11 \sim F1n$ のうち、指標 i に対応するフラグ $F2i$ 、 $F1i$ が1にセットされているか否か判断する（ステ

— 12 —

ップ101、102）。なお、これらフラグ $F11 \sim F1n$ 、 $F21 \sim F2n$ は初期設定で0にセットされている。フラグ $F2i$ 、 $F1i$ が1でなければ、PMC用CPU22はBAC30、出力回路32を介して温度変換器5を切換え、指標 i で示される温度センサ Si からの検出温度を入力回路31に入力させるようにし、この温度センサ Si からの検出温度 Tai を読み取る（ステップ103）。次に、前回バンドヒータ Bi をオンさせるときに検出されていた当該加熱帯の温度偏差を記憶するレジスタ $E1i$ の値をレジスタ $E0i$ に格納し、設定されている当該加熱帯の設定温度 TSi からステップ103で読み取った検出温度 Tai を減じて温度偏差を求めレジスタ $E1i$ に格納する（ステップ104、105）。そして、温度偏差の積算値を記憶するレジスタ ESi にレジスタ $E1i$ に記憶する温度偏差の値を加算する（ステップ106）。次にレジスタ $E1i$ に記憶した温度偏差の値の絶対値が設定値 α 以上か否か判断し（ステップ107）、設定値 α 以上であれ

— 13 —

— 14 —

ば（始めは設定値 α 以上である）、共有RAM 29のワークメモリ上に設定されている温度上昇時の値の小さいゲインP11, I11, D11を読みだし読み出したゲインを用いてオン時間tonを算出する。すなわち、次の第1式で示す演算を行ってオン時間tonを算出する（ステップ108）。

$$\begin{aligned} t_{on} = & P11 \cdot E1i + I11 \cdot ES1 \\ & + D11 \cdot (E1i - E0i) \end{aligned} \quad \dots (1)$$

なお第1式において、E1i, ES1, E0iは夫々のレジスタの値、すなわち、現時点において検出された温度偏差、温度偏差の積算値、前回検出された温度偏差を意味する。

こうして求められたオン時間tonが当該加熱帯(i)に設定されワークメモリ上に記憶されている温度制御周期（オン／オフ周期）tpiより大きいとか否か判断し、大きいときのみオン時間をこの温度制御周期（オン／オフ周期）tpiに定める（ステップ110, 111）。すなわち、温

度制御周期（オン／オフ周期）全期間をオン時間とする。次に、温度制御周期（オン／オフ周期）tpiからオン時間tonを減じてオフ時間toffiを求め（ステップ112）、タイマT11, T21に夫々オン時間ton, オフ時間toffiを設定する（ステップ113, 114）。そして、タイマT11をスタートさせると共にBAC30, 出力回路32を介して開閉器7-iをオンにし指標iに対応する加熱帯のバンドヒータBiを作動させ、フラグF1iを1にセットする（ステップ115, 116, 117）。次にタイマT11がタイムアップしたか否か判断し（ステップ118）、始めはタイムアップしていないので、ステップ124に移行し、指標iを1インクリメントし、該指標iが加熱帯の数（バンドヒータの数）n以下か否か判断し（ステップ125）、n以下であれば、ステップ101に戻りステップ101以下の処理を繰り返す。

射出成形機の稼働開始直後ではフラグF21～F2n, F11～F1nは初期設定で0であり、

— 15 —

各温度偏差（E11～E1n）は設定値 α より大きいので、指標iがnを超えるまでステップ101～108, 110（, 111）, 112～118, 124, 125の処理が繰り返し実施され、各バンドヒータB1～Bnは大きいゲインのP11～P1n, I11～I1n, D11～D1nによって算出されたオン時間によって各加熱帯を加熱することになる。

こうして、各バンドヒータB1～Bnを作動開始させ、指標iがバンドヒータの数nを超えると、当該処理周期の処理は終了する。

次の処理周期では、各フラグF11～F1nが1にセットされていることから、ステップ100, 101の処理をし、ステップ102からステップ118に移行してタイマT11がタイムアップしたか否か判断し、タイムアップしてなければステップ124に移行し、指標iを1インクリメントし、該指標iがn以下であればステップ101に戻り、指標iがnを超えるまでステップ101, 102, 118, 124, 125の処理を繰り返す。

— 17 —

— 16 —

し、当該処理周期の処理を終了する。

次の処理周期以降も、上述した処理を繰り返すが、ステップ118でタイマT11がタイムアップしたことが検出されると、BAC30, 出力回路32を介して、指標iに対応する開閉器7-iをオフにし（ステップ119）、フラグF1iを0、F2iを1にセットする（ステップ120）。そして、タイマT21をスタートさせ、ステップ114で設定されたオン時間toffiの計測を開始し（ステップ121）、該タイマT21がタイムアップしたか否か判断し（ステップ122）、タイムアップしてなければ、ステップ124に移行し、指標iを1インクリメントし、指標iがnを超えてなければ、ステップ101に戻り上述した処理を繰り返す。

こうして、タイマT11がタイムアップしてオン時間が経過したものは開閉器がオフとなりオフ時間の計測が開始される。

そして、次の周期からはフラグF2iが1でオフ時間の計測を開始しているものはステップ10

— 18 —

1からステップ122に移行し、タイマT21がタイムアップしたか否かを判断され、また、オン時間中のものはステップ102からステップ118に移行して上述した処理が繰り返されることとなる。

また、ステップ122でタイマT21がタイムアップしたことが検出されると、フラグF21を0にセットする。このようにしてフラグF21、F11が0となると、次の処理周期では、前述したステップ103以下の処理が実施されることとなる。

PMC用CPU22は上述した処理を処理周期ごと繰り返し、各開閉器7-1~7-nをオン/オフし、各バンドヒータB1~Bnによって夫々の加熱帯を加熱することになる。かくして、加熱帯の温度が上昇し、設定温度に近付き、温度偏差(E11)が設定値αより小さくなると、PMC用CPU22はステップ107でこれを検出し、ステップ109に移行してワークメモリから定常状態時の各フィードバックゲインP21、I21、

D21を読みだし、この読み出した大きいゲインで、次の第2式の演算を行ってオン時間tonを算出する。

$$t_{on} = P21 \cdot E11 + I21 \cdot ES1 + D21 \cdot (E11 - E01) \quad \dots (2)$$

なお第2式において、E11、ES1、E01は夫々のレジスタの値、すなわち、現時点において検出された温度偏差、温度偏差の積算値、前回検出された温度偏差を意味する。

そして前述した処理を繰り返し実施することとなる。

こうして、温度偏差が大きいときには、小さいフィードバックゲイン、P11、I11、D11によってオン時間tonが算出され、温度偏差が小さいときには大きいフィードバックゲイン、P21、I21、D21によってオン時間が算出され、算出されたオン時間によって設定されている温度制御周期(オン/オフ周期)tp1中、開閉器7-1をオンにし各加熱帯をオン/オフ制御す

- 19 -

ることになる。

第6図は、本実施例による温度制御による温度変化の状態を示す図で、温度が上昇し温度偏差が設定された値α以下になると、フィードバックゲインは小さい値から、大きい値に変えられて温度制御が行われ、温度上昇時(温度立上がり時)にはフィードバックゲインが小さいので、第4図に示すようなオーバーシュート、アンダーシュートが起きず、制御は安定となる。また、定常状態においては、フィードバックゲインが大きいので第5図に示すように温度偏差が大きくなることはなく安定した温度制御が行われる。

なお、上記実施例においては樹脂の種類、加熱帯に応じて、温度制御周期tp1、温度上昇時における比例、積分、微分ゲインP11、I11、D11、定常状態時の比例、積分、微分ゲインP21、I21、D21をテーブルに記憶させていたが、温度制御周期が各加熱帯に対して同一であれば、樹脂の種類ごとに温度制御周期を設定記憶させておけばよく、また、すべての樹脂に対して

- 21 -

- 20 -

同一温度制御周期であれば、テーブルに設定せずプログラム化しておいてもよい。さらに、フィードバックゲインを温度上昇時と定常状態時に分ける必要がなければ、樹脂の種類ごと(さらには加熱帯ごと)に1組のフィードバックゲインをテーブルに設定記憶させておけばよい。また、樹脂の種類ごとにフィードバックゲインを変えずに、温度上昇時か定常状態時かに応じてフィードバックゲインを変えるようにする場合には、加熱帯ごとに温度上昇時、定常状態時のフィードバックゲインをテーブルに設定記憶させておけばよい。

また、本実施例では、温度上昇時用と定常状態用の2種類のフィードバックゲインを用い、そのときの状態に応じて切換え使用したが、温度偏差の大小に応じて複数のフィードバックゲインを用意して温度偏差に応じて切換えてもよい。また、本実施例では樹脂別にフィードバックゲインを切換えたが、外気温や風速に応じてフィードバックゲイン切換えてもよい。

発明の効果

- 22 -

本発明においては、使用する樹脂に対してその樹脂に最適なフィードバックゲインを選択し、使用できるようにしたので、最適な温度制御が可能になる。また、制御対象の加熱シリンダの状態に応じて温度制御のフィードバックゲインを変えて、加熱シリンダの温度を設定温度に対してオーバーシュート、アンダーシュートが生じないように、もしくは、生じても小さなものとし、かつ温度偏差も小さく制御するようにしたので、安定した温度制御を得ることができる。そして、従来のように、温度上昇時にも、また、定常状態時にも安定した制御状態を得るような、最適な1つの固定したフィードバックゲインを求める必要がないので制御系の設定が非常に簡単になる。

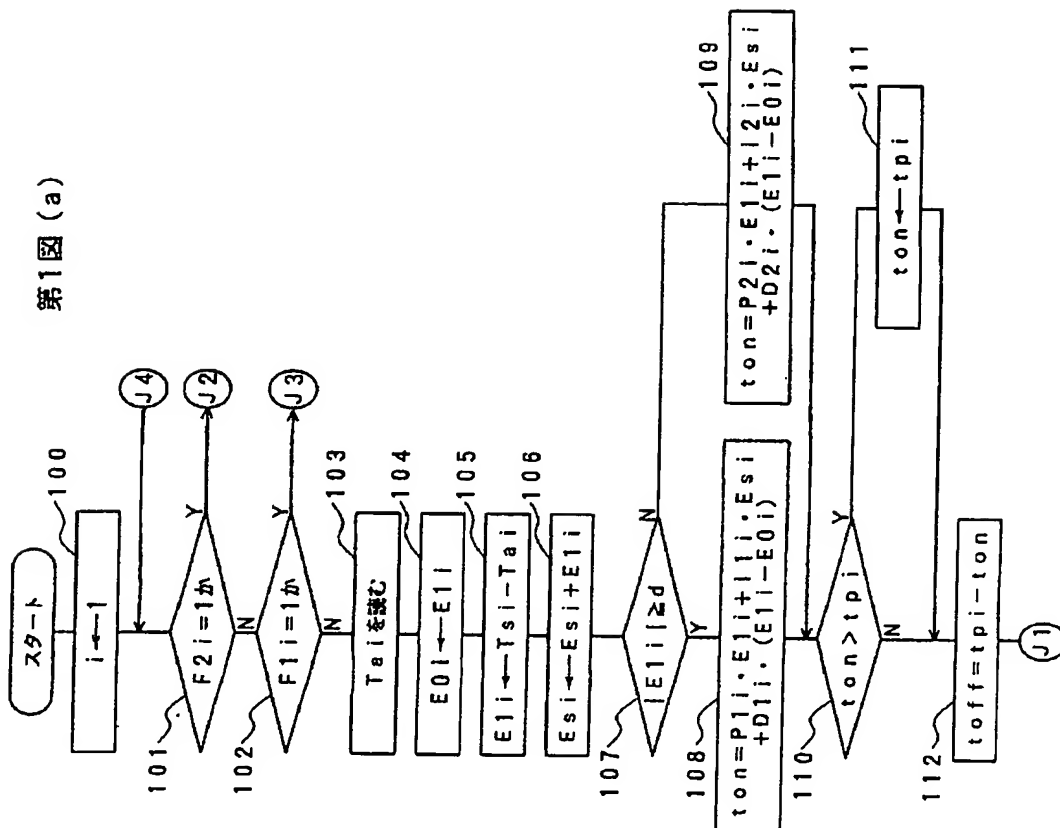
4. 図面の簡単な説明

第1図(a)、(b)は、本発明の一実施例の温度制御のフローチャート、第2図は同実施例の要部ブロック図、第3図は、温度制御のパラメータを記憶するテーブルの説明図、第4図は、温度制御のフィードバックゲインを大きな値に固定し

たときの温度変化を示す説明図、第5図は、温度制御のフィードバックゲインを小さな値に固定したときの温度変化を示す説明図、第6図は、本発明の実施例における温度制御の温度変化を示す説明図である。

1…スクリュウ、2…加熱シリンダ、
B1～Bn…バンドヒータ、S1～Sn…センサ部、7-1～7-n…開閉器、6…電源、
5…温度変換器、20…数値制御装置。

特許出願人 ファナック株式会社
代理人 弁理士 竹本 松司
(外2名)



第1圖(b)

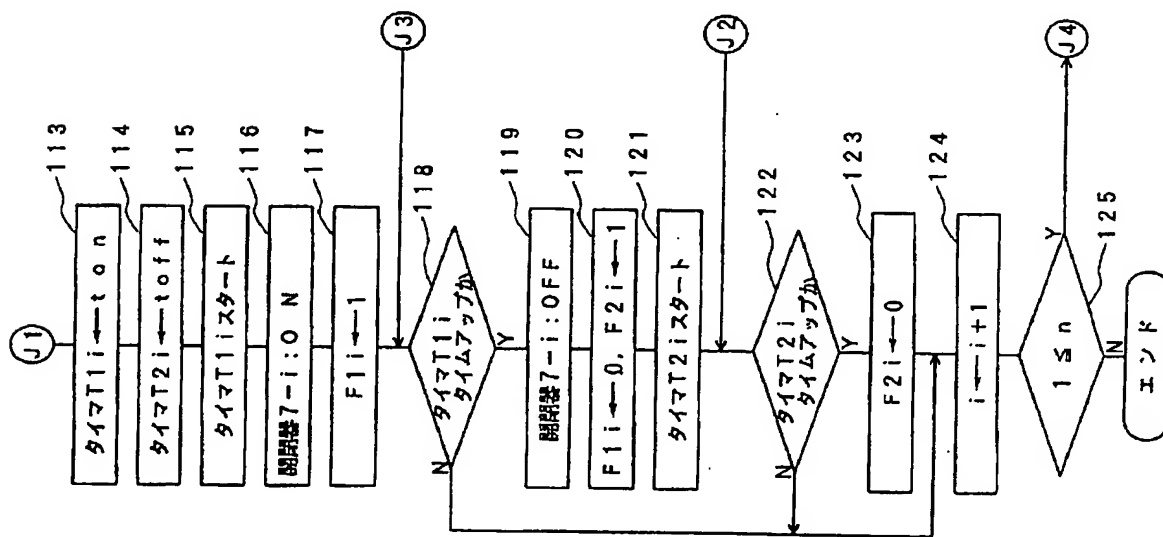
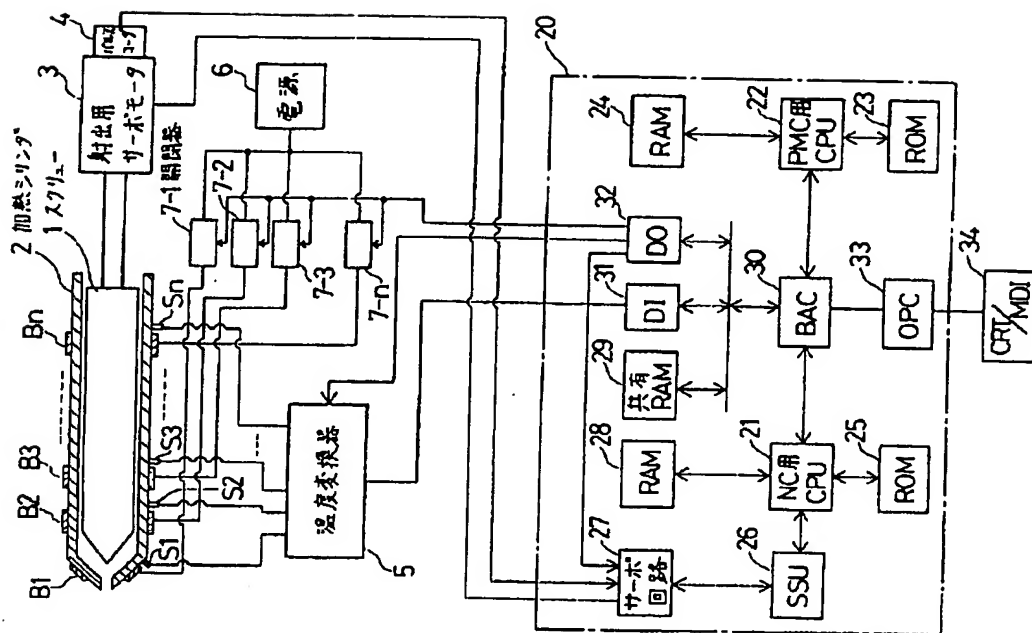
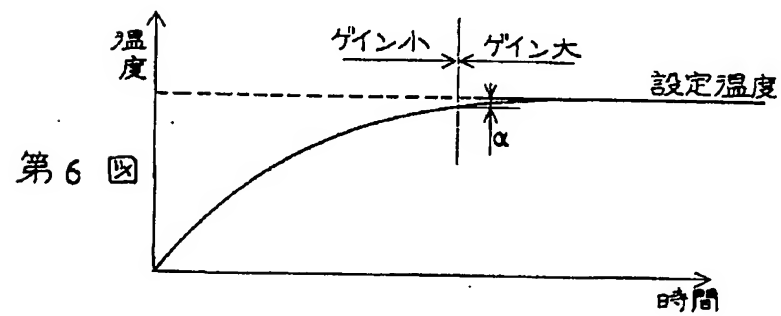
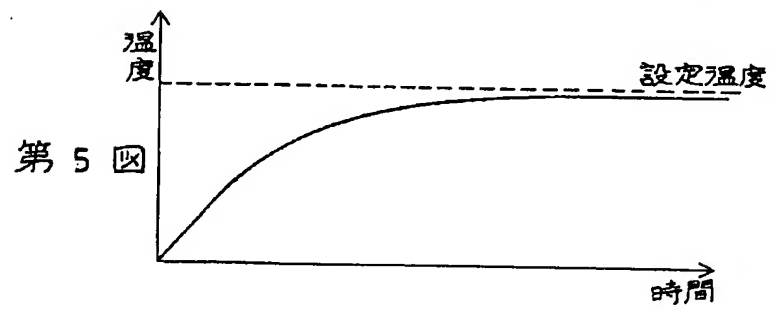
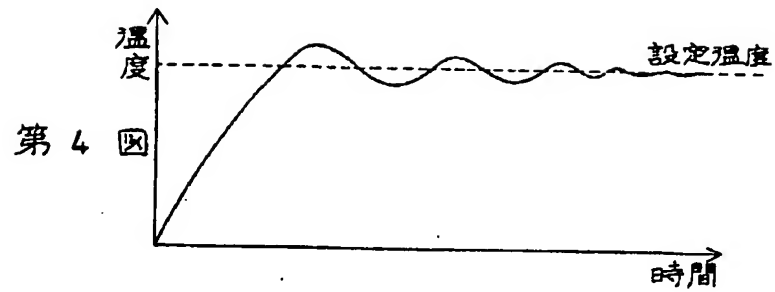


圖 2 集



第 3 図

	加熱帯 B 1	加熱帯 B 2	加熱帯 B i	加熱帯 B n
樹脂 1	t_{p11} p_{111} l_{111} o_{111} p_{211} l_{211} o_{211}	t_{p21} p_{121} l_{121} o_{121} p_{221} l_{221} o_{221}	t_{p11} p_{111} l_{111} o_{111} p_{211} l_{211} o_{211}	$t_{p_{n1}}$ $p_{1_{n1}}$ $l_{1_{n1}}$ $o_{1_{n1}}$ $p_{2_{n1}}$ $l_{2_{n1}}$ $o_{2_{n1}}$
樹脂 2	t_{p12} p_{112} l_{112} o_{112} p_{212} l_{212} o_{212}	t_{p22} p_{122} l_{122} o_{122} p_{222} l_{222} o_{222}	t_{p12} p_{112} l_{112} o_{112} p_{212} l_{212} o_{212}	$t_{p_{n2}}$ $p_{1_{n2}}$ $l_{1_{n2}}$ $o_{1_{n2}}$ $p_{2_{n2}}$ $l_{2_{n2}}$ $o_{2_{n2}}$
樹脂 j	t_{p1j} p_{11j} l_{11j} o_{11j} p_{21j} l_{21j} o_{21j}	t_{p2j} p_{12j} l_{12j} o_{12j} p_{22j} l_{22j} o_{22j}	t_{p1j} p_{11j} l_{11j} o_{11j} p_{21j} l_{21j} o_{21j}	$t_{p_{nj}}$ $p_{1_{nj}}$ $l_{1_{nj}}$ $o_{1_{nj}}$ $p_{2_{nj}}$ $l_{2_{nj}}$ $o_{2_{nj}}$
	\cdot \cdot \cdot \cdot	\cdot \cdot \cdot \cdot	\cdot \cdot \cdot \cdot	\cdot \cdot \cdot \cdot



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.